



DE3242699

Biblio

Desc

Claims

Drawing



## Method for the autothermal gasification of solid and liquid fuels in the flue stream

Patent Number: DE3242699  
Publication date: 1984-07-19  
Inventor(s): LENT MICHAEL DIPL-ING;; AHLAND ERWIN DIPL-ING DR;; BEYER HANS-DIETER DIPL-PHYS DR  
Applicant(s): BERGWERKSVERBAND GMBH  
Requested Patent: ☐ DE3242699  
Application Number: DE19823242699 19821119  
Priority Number(s): DE19823242699 19821119  
IPC Classification: C01B3/36; C10J1/20  
EC Classification: C01B3/36, C10J3/46  
Equivalents:

### Abstract

In a method for the autothermal gasification of solid and liquid fuels, particularly residues of the hydrogenation of coal, in the flue stream under pressure, in which fuel and some of the gasification agents are introduced in parallel flow axially from the end into a reactor and product gases and slag are removed at the foot of the reactor, the fuel is atomised centrally in the burner head and the oxygen is introduced together with some of the steam coaxially within the annular slot with the formation of swirl, while the rest of the process steam is introduced laterally through the wall of the reactor into the outer edge zone of the reactor. If the process steam is introduced upwards and downwards along the reactor wall, a particularly good cooling of the reactor wall can be obtained. A further advantage is that the swirl in the stream of oxygen is varied as a function of the load. The gasification reactor is operated under a pressure of 25-50 bar, and preferably 40 bar.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 32 42 699 C 1

⑤1 Int. Cl. 3:  
C 01 B 3/36  
C 10 J 1/20

②1 Aktenzeichen: P 32 42 699.2-41  
②2 Anmeldetag: 19. 11. 82  
④3 Offenlegungstag: —  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 19. 7. 84

DE 32 42 699 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Bergwerksverband GmbH, 4300 Essen, DE

⑦2 Erfinder:  
Ahland, Erwin, Dipl.-Ing.Dr.; Beyer, Hans-Dieter,  
Dipl.-Phys.Dr., 4300 Essen, DE; Lent, Michael,  
Dipl.-Ing., 4330 Mülheim, DE

⑤6 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-AS 22 04 601  
DE-OS 25 39 888

Behördeneigentum

⑤4 Verfahren zur autothermen Vergasung von festen und flüssigen Brennstoffen im Flugstrom

Bei einem Verfahren zur autothermen Vergasung fester und flüssiger Brennstoffe, insbesondere von Rückständen der Kohlehydrierung, im Flugstrom unter Druck, bei dem Brennstoff und ein Teil der Vergasungsmittel im Gleichstrom axial von der Stirnseite in einen Reaktor eingeführt und Produktgase und Schlacke am Fuß des Reaktors abgezogen werden, wird der Brennstoff im Brennerkopf zentral zerstäubt und der Sauerstoff mit einem Teil des Dampfes koaxial im Ringspalt unter Drallbildung eingeführt, während der andere Teil des Prozeßdampfes seitlich durch die Reaktorwand in die äußere Randzone des Reaktors eingeführt wird. Sofern der Prozeßdampf nach oben und unten entlang der Reaktorwand eingedüst wird, kann eine besonders gute Kühlung der Reaktorwand erzielt werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß der Drall des Sauerstoffstromes lastabhängig geändert wird. Der Vergasungsreaktor wird unter einem Druck von 25-50 bar, vorzugsweise von 40 bar, betrieben.

DE 32 42 699 C 1

ORIGINAL INSPECTED

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur autothermen Vergasung im Flugstrom unter Druck von festen und flüssigen Brennstoffen, insbesondere von Rückständen der Kohlehydrierung unter Einsatz von Sauerstoff und Wasserdampf, bei dem unter Einhaltung eines Gleichstromes Brennstoff und der Sauerstoff axial von der Stirnseite in einen Reaktor eingeführt und Produktgase und Schlacke am Fuß des Reaktors abgezogen werden, wobei der vorgewärmte, flüssige Brennstoff im Brennerkopf zentral unter Druck zerstäubt wird und der Sauerstoff koaxial im Ringspalt als verdrahlter Strom eingeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßdampf seitlich durch die Reaktorwand in die äußere Randzone des Reaktors eingeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßdampf nach oben und unten entlang der Reaktorwand eingegeben wird.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Vergasung flüssiger Brennstoffe, insbesondere von Schwerölen, durch partielle Oxydation im Flugstromverfahren unter Druck ist bereits bekannt. Hierbei werden die Vergasungsmittel Sauerstoff und Dampf vor Eintritt in den Reaktor gemischt, während das Schweröl nach einer Vorerhitzung durch einen Zerstäuber mittels Druckzerstäubung in den Reaktor eingedüst wird. Die Führung der Stoffströme im Brennerkopf erfolgt bei diesem Verfahren derart, daß Sauerstoff und Dampf koaxial durch einen Ringspalt in den Reaktor eingeführt werden, dagegen vorgewärmtes Schweröl zentral eingedüst wird. Auf diese Weise treten Sauerstoff und Dampf konzentrisch um die Zerstäubungslanze des Schweröls in den Reaktor ein (Ullmann, Enzyklopädie der technischen Chemie, Bd. 14 (1977), Seite 395).

Es ist außerdem bekannt, den Brennstoff flüssig einzudüsen und den Sauerstoff als verdrahlten Strom zuzugeben, wobei jedoch eine obere Grenze der tangentialen zur axialen Eintrittsgeschwindigkeit eingehalten werden soll, um mit geringer Rotationsbewegung eine möglichst lange Flamme zu erhalten (DE-OS 25 39 888).

Bei einem anderen bekannten Verfahren wird das vorgewärmte Schweröl mit Dampf zerstäubt und koaxial im Ringspalt des Brenners als Öl-Dampf-Gemisch in den Reaktor eingeführt, während der Sauerstoff im Brennerkopf zentral eingeleitet wird (Ullmann, Enzyklopädie der technischen Chemie, Bd. 14 (1977), Seite 396). Bekannt sind ferner für den Brenner dieses Verfahrens verschiedene Möglichkeiten für die Führung der Reaktandenströme im inneren Teil und den umgebenden Ringspalten des Brenners (DE-AS 22 04 061). Hauptmerkmal beider Verfahren ist somit eine intensive Durchmischung des Kohlenwasserstoffe-Wasserdampf-Sauerstoff-Gemisches am Austritt eines Brenners, so daß die Oxydation und Wasserdampfvergasung der Kohlenwasserstoffe als konkurrierende Reaktionen in der erzeugten Flamme ablaufen (Gleichstromführung).

Somit sind Flugstromvergasungsverfahren mit Wasserdampf und Sauerstoff als Reaktanden für flüssige und dispergiert vorliegende Feststoffe bekannt, wobei auch

teilweise eine begrenzte Verdrehung der Vergasungsmittel vorgesehen ist. Das bekannte Verfahren ist gemeinsam, daß beide Vergasungsmittel (Sauerstoff und Wasserdampf) über die Stirnseite des Brenners in den Reaktor eingeführt werden.

Drallbrenner, bei denen der Sauerstoff verdraht den Brennerkopf verläßt, sind bisher aus dem Betrieb von Feuerungsräumen bekannt, die mit Gas, Öl oder Kohlenstaub betrieben werden, wobei die konzentrisch geführte Sekundärluft im Ringraum des Brenners verdraht worden ist. Hierdurch wird im Feuerungsraum eine erhöhte innere und äußere Rezirkulation der Verbrennungsgase erzielt (VDI-Bericht 95 (1966), Seiten 13—38; Gaswärme int. 19 (1970), Seiten 474—481, 20 (1971), Seiten 18—24).

Ausgehend vom vorstehenden Stand der Technik hat sich die vorliegende Erfindung die Aufgabe gestellt, mit einem verdrahten Sauerstoffatom einen hohen Drallgrad zu erreichen, wie er aus mit Gas, Öl oder Kohlenstaub betriebenen Feuerungsräumen bekannt ist. In den durch den verdrahten Sauerstoffstrom erzeugten inneren Rückströmzonen soll der eingedüste Hydrierrückstand erwärmt, entgast und teilweise verbrannt werden. Die äußeren Rückströmzonen sollen hingegen durch eine neuartige Wasserdampfeingabe zur Kühlung der Reaktorwand führen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß dem Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Flugstromvergasung wird erreicht, daß die innere Rückströmzone durch den Transport von heißen Gasen die Zündung der Flamme stabilisiert. Die äußere Rückströmzone, der bei drallfreien Flammen diese Aufgabe zukommt, kann somit im Zusammenwirken mit der erfindungsgemäßen Wasserdampf-Einführung seitlich durch die Reaktorwand als Kühlzone verwendet werden.

Außerdem wird durch die strömungstechnische Führung der Reaktanden in der Drallflamme eine intensive Vermischung und Teilverbrennung des Hydrierrückstandes erreicht. Durch die räumliche Trennung der exothermen Verbrennungsreaktion von der endothermen (heterogenen) bzw. schwach exothermen (homogenen) Wasserdampf-Vergasungsreaktion kann zudem eine heißere, gleichzeitig aber kleinere Verbrennungszone als bei der bekannten Flugstromvergasung erreicht werden.

Da der Wasserdampf in die äußere Rückströmzone, und zwar erfindungsgemäß nach oben und nach unten entlang der Reaktorwand, eingegeben wird, ist somit kein eindeutiges Gleichstromprinzip aller Reaktanden gegeben. Durch die erfindungsgemäße Führung der Reaktanden soll vielmehr eine zweistufige Reaktion, nämlich zunächst eine Teiloxidation und danach der Vergasungsschritt, erfolgen, und weiter durch die Verdrehung des Sauerstoffs erreicht werden, daß die für günstige Reaktionsgeschwindigkeiten notwendige Temperatur nur im Flammeninneren entsteht, während die Reaktorwand auch ohne intensive Kühlmaßnahmen vor allzu hohen Temperaturen geschützt ist.

Der Hauptunterschied zu den bekannten Verfahren liegt somit in der Wasserdampfführung, die reaktions- und wärmetechnisch als eine Art Querstromprinzip bezeichnet werden kann, und in der Kühlung der Reaktorwände durch Einblasen von Wasserdampf entlang der Reaktorwand. Durch die Verdrehung des Sauerstoffstromes, der koaxial mit dem zerstäubten Hydrierrückstand in den Reaktor eintritt, und die hieraus folgende

Bildung einer inneren Rückströmzone zur Vorerhitzung und Vergasung des Hydrierrückstandes wird diese Wasserdampfzuführung ermöglicht.

Bei der Vergasung von Hydrierrückständen mit dem Verfahren der Erfindung kann ein höheres Wasserdampf : Sauerstoff-Verhältnis eingehalten werden, als bei den bekannten Verfahren. Es sollte insbesondere zwischen etwa 0,2 : 1 kg/kg und 1,5 : 1 kg/kg liegen.

Die Verdrallung des Sauerstoffstromes ist für das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere für die Bildung der gewünschten Reaktionen, wie z. B. Erwärmungszone, Verbrennungszone und Kühlzone, von großer Bedeutung. Die Drallzahl des Brenners sollte deshalb erfindungsgemäß zwischen 0,6 und 3,0 liegen. Hierbei sollte der Drall des Sauerstoffstromes lastabhängig derart geändert werden, daß trotz der Kühlung durch den Wasserdampf eine stabile Verbrennungszone aufrechterhalten wird.

Hohe Drücke haben sich, neben hohen Temperaturen, als ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Flugstromvergasung erwiesen. Die Drücke sollten daher zwischen 25 und 50 bar, vorzugsweise nahe 40 bar, liegen. Die bekannten Drallbrenner werden demgegenüber alle mit Atmosphärendruck betrieben.

Bei der Durchführung des Verfahrens ist die hinreichende Zerstäubung sowie Handhabung des zähflüssigen Hydrierrückstandes von besonderer Bedeutung. Einerseits ist der Hydrierrückstand auf etwa 270–330°C zu erwärmen, andererseits ist die Crackneigung zu beachten, die bei Temperaturen oberhalb 300°C einsetzt. Um die Gefahr des Crackens zu vermindern, sind ggf. Zuschlagstoffe, die die Viskosität senken, dem Hydrierrückstand zuzufügen. Die Viskositäten von Hydrierrückständen sind im besonderen von der Art der hydrierten Kohle sowie der Aufkonzentrierung im Hydrierverfahren abhängig. Sie betragen beispielsweise für  $T = 230^\circ\text{C}$  400–600 mPa · s und für  $T = 300^\circ\text{C}$  140–200 mPa · s. Da bei Viskositäten oberhalb 300 mPa · s Schwierigkeiten bei der Dosierung auftreten können, sollte eine Vorwärmung im Temperaturbereich von 270–300°C erfolgen. Hierbei liegt die Viskosität des Hydrierrückstandes jedoch immer noch eine Zehnerpotenz höher als bei Brennern mit Heizöl.

Bei der Vergasung sollte das Verhältnis von Sauerstoff zum Hydrierrückstand von 0,5 : 1,5 kg/kg bis 1,5 : 1 kg/kg, vorzugsweise 0,9 : 1 kg/kg, betragen. Bei Verwendung eines Druckzerstäubers sollen die geometrischen Verhältnisse von Sauerstoff- und Hydrierrückstandszuführung so beschaffen sein, daß der Hydrierrückstand zentral eingedüst wird, während der Sauerstoff konzentrisch um die Zerstäubungsdüse eintritt. Der zerstäubte Hydrierrückstand soll hierbei eine Partikelgröße von 300 µm nicht wesentlich überschreiten. Neben der Tropfengröße im Zusammenhang mit dem verdrallten Sauerstoff- bzw. Luftstrom muß auch der Versprühwinkel für den Hydrierrückstand beachtet werden. Er sollte so groß sein, daß er eine Aufheizung der Hydrierrückstandstropfen in der inneren Rückströmzone ermöglicht und so klein sein, daß er einen Aufprall auf die Reaktorwand verhindert. Demnach sollte der Versprühwinkel zwischen etwa 40 und 90° liegen.

Mit der erfindungsgemäßen Vergasung von Hydrierrückständen durch einen Drallbrenner sind beispielsweise folgende Vorteile verbunden. So wird durch die innere Rückströmzone für eine stabilisierte Zündung der Flamme gesorgt, während gleichzeitig die äußere Rückströmzone die Kühlung der Reaktorwand be-

wirkt. Durch die erfindungsgemäße erzielte räumliche Trennung der exothermen Verbrennung von der endothermen (heterogenen) oder schwach exothermen (homogenen) Vergasung wird außerdem für eine heißere und kleinere Verbrennungszone als bei den bekannten Gleichstromverfahren gesorgt.

Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens werden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 die Aufteilung der Strömungs- und Reaktionszonen des Drallvergasers,

Fig. 2 ein Fließbild einer Anlage zur Vergasung von Rückständen der Kohlehydrierung.

Gemäß Fig. 1 werden die mit dem Drallbrenner und der Wasserdampfeinspeisung erzeugten Reaktionszonen verdeutlicht. In der Zone 1 bildet sich der innere Rückströmwirbel des Drallbrenners aus, in dem der eingedüste Hydrierrückstand sich erwärmt, entgast und schon teilweise verbrennt. Dagegen erfolgt in der Zone 2 die eigentliche Verbrennung, gefolgt von der Vergasung in der Zone 3, in der der Wasserdampf sowohl durch homogene als auch heterogene Vergasungsreaktionen umgesetzt wird. In der Zone 4, wo sich der äußere Rückstromwirbel bildet, wird der Wasserdampf erwärmt, während er gleichzeitig die Reaktorwand kühlt.

Gemäß Fig. 2 wird der auf <3 mm aufgemahlene Hydrierrückstand aus einem Vorratsbunker 5 mit einer Austragsvorrichtung auf eine Dosierbandwaage 6 gegeben, von der er in den Aufschmelzbehälter 7 gefördert wird. Zur Vermeidung einer Anoxidation des Hydrierrückstandes wird der Aufschmelzbehälter 7 unter einer Inertgasatmosphäre gehalten. Der Hydrierrückstand wird hier soweit erwärmt, daß er mit der Pumpe 8 zum Zerstäubungsbrenner 9 gepumpt werden kann. Die zur ausreichenden Zerstäubung notwendige Temperatur wird erst in einem Erhitzer 10 kurz vor dem Zerstäubungsbrenner 9 eingestellt, um Crackreaktionen im Aufschmelzbehälter 7 weitgehend zu vermeiden. Der Sauerstoff wird ebenfalls im Erhitzer 11 vorgewärmt und in den Zerstäubungsbrenner eingegeben, wo er den erforderlichen Drall erhält. Der Wasserdampf wird dagegen durch in den Wänden angebrachte Schlitze 12 des hochfeuerfest ausgekleideten Reaktors 13 eingeblasen.

Das gebildete Rohgas sowie die bei den Vergasungstemperaturen flüssige Schlacke werden aus dem Reaktor 13 abgezogen und durch eine geeignete Gasführung getrennt, wobei das Rohgas dem Aufarbeitungs- und Wärmerückgewinnungsteil der Anlage zugeführt wird, während die Schlacke in einem Wasserbad 14 abgekühlt und über eine Schleuse in fester Form aus der Anlage abgezogen wird.

#### Ausführungsbeispiel

Es soll ein Hydrierrückstand mit einer typischen Elementaranalyse (wasserfrei) von

C	74 Gew.-%
H	6 Gew.-%
N	1 Gew.-%
S	1 Gew.-%
O	2 Gew.-%
Asche	16 Gew.-%

vergast werden. Bei einem Durchsatz von 3000 kg/h Hydrierrückstand sowie 3700 kg/h Vergasungsmittel (2700 kg/h O<sub>2</sub> und 1000 kg/h H<sub>2</sub>O) wird bei einem Druck

von 40 bar ein Produktgas folgender Zusammensetzung erhalten:

	kg/h	m <sup>3</sup> /h	Vol.-%	
CO	4685	3748	50,6	5
H <sub>2</sub>	236	2643	35,6	
CO <sub>2</sub>	764	389	5,2	
N <sub>2</sub>	30	24	0,3	10
CH <sub>4</sub>	5	7	0,1	
H <sub>2</sub> O	468	582	7,9	
H <sub>2</sub> S	32	21	0,3	
	6220	7414	100	15

Bei einer mittleren Temperatur im Reaktionsraum von ca. 1200°C sowie einer zur Reaktion benötigten mittleren Verweilzeit der Gase von 10 s folgt aus dem Gasvolumenstrom von 1000 m<sup>3</sup>/h das Volumen des Reaktionsraumes zu  $V = 2,78 \text{ m}^3$ .

Als Brenner wird eine Konstruktion mit konzentrischem Mittelrohr verwendet, wobei durch das Mittelrohr der Hydrierrückstand zugeführt wird, und durch den umgebenden Ringspalt der zu verdrellende Sauerstoffstrom. Da der Drall veränderbar sein soll, ist ein Brenner vorteilhaft, der mittels regelbarem Axialluft- und Tangentialluftanteil im Ringraum eine Variation des Dralls erlaubt (z. B. VDI-Berichte 95 (1966), Seite 28).

Wird für die Zerstäuberlanze ein Durchmesser von  $d_d = 60 \text{ mm}$  zugrundegelegt, folgt bei einem Brennerhalsquerschnitt von  $d_o = 69 \text{ mm}$  und den Eintrittsbedingungen von  $p = 40 \text{ bar}$ ,  $T = 300^\circ\text{C}$ , für den Sauerstoffstrom eine Geschwindigkeit im freien Brennerhalsquerschnitt von  $w = 30 \text{ m/s}$ . Die hieraus folgende Reynoldszahl  $Re > 5 \cdot 10^6$  liegt weit über der Stabilitätsgrenze der Rezirkulationszone von  $Re = 18\,000$ , so daß auch bei größeren Variationen von  $w$  und  $d_o$  eine stabile Drallflamme unter Druck erzeugt werden kann. Sieht man vier schlitzförmige Öffnungen für den Eintritt des Tangentialgases in den Ringraum vor, die einen Schlitzquerschnitt von  $40 \cdot 5 \text{ mm}$  aufweisen, so kann mit einem Durchmesser des Kreises, an dem die Einlaßschlitze tangieren, von  $d_k = 180 \text{ mm}$  eine ideale Drallzahl  $S_{id} = 3,45$  erreicht werden, die durch entsprechende Absenkung des Tangentialgasanteils je nach Bedarf vermindert werden kann.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

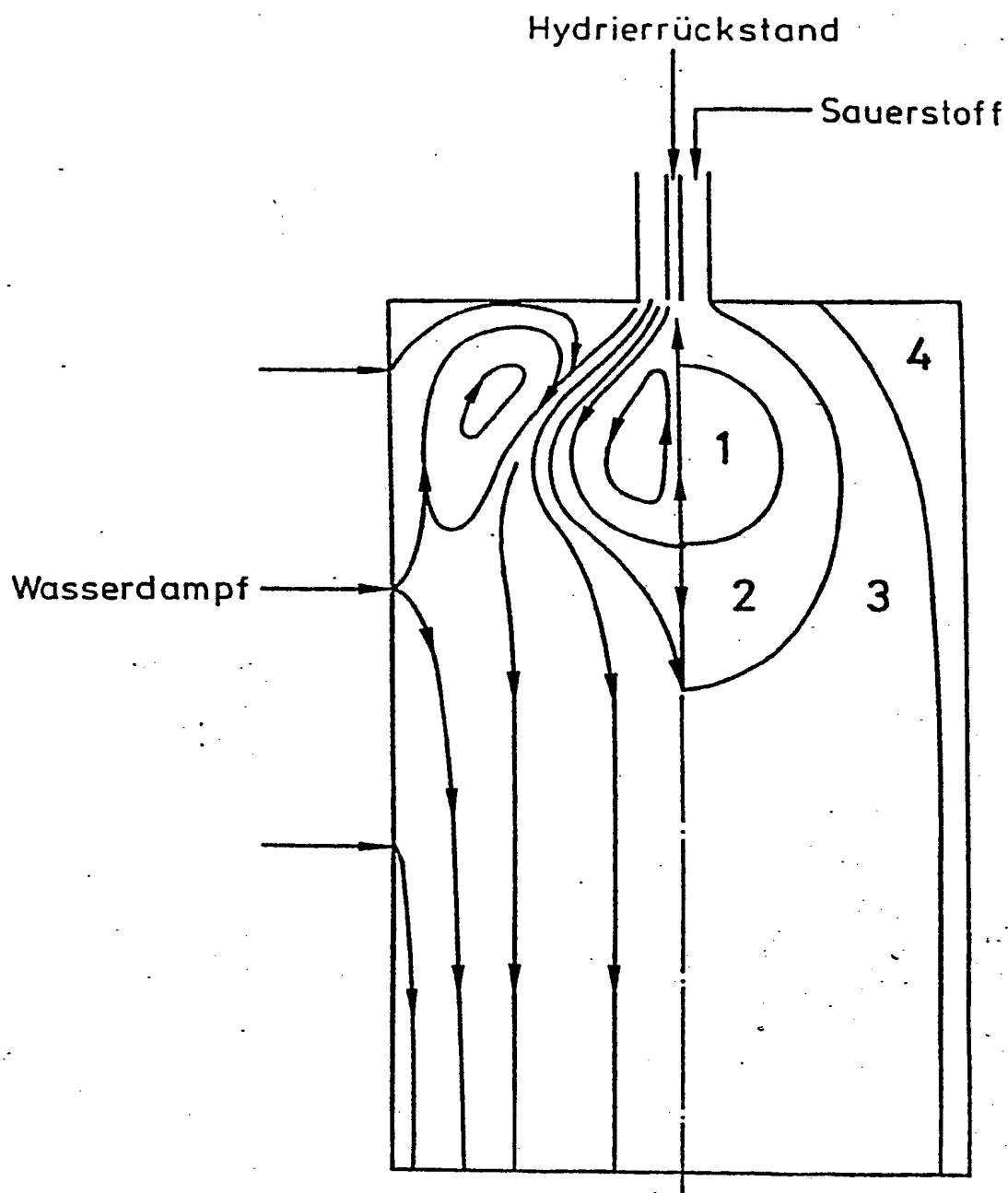


Fig.1

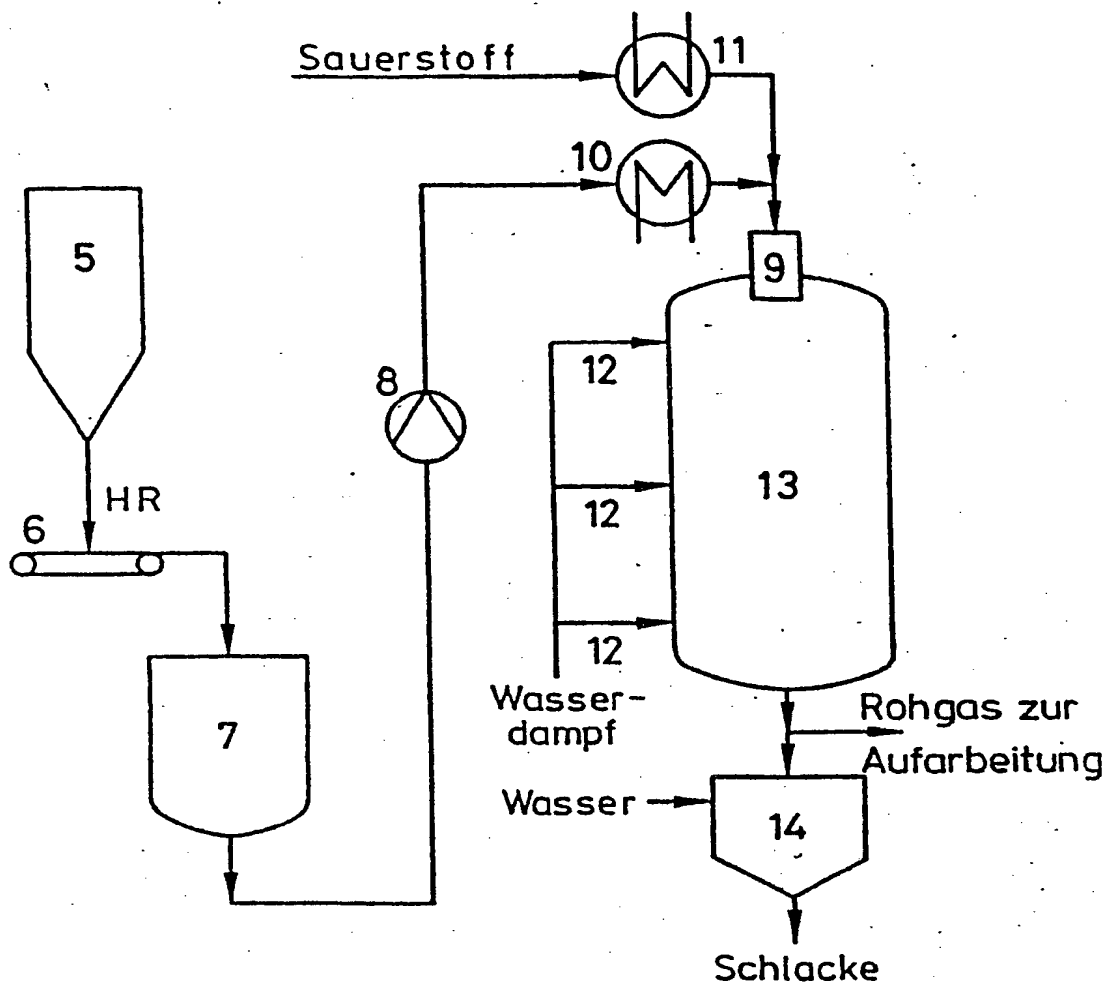


Fig.2